

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

UNIVERSITÉ KASDI MERBAH - OUARGLA

Faculté des nouvelles technologies de l'information et de la communication

Département d'Electronique et des Télécommunications



Mémoire de Fin d'études

En vue de l'obtention du Diplôme de Master Professionnel

Domaine : Science et Technologie

Filière : Electronique

Spécialité : Instrumentations et systèmes

Présenté par :

KHOLIF Ahmed

FEDJIDJ Boumediene

Système de gestion de maintenance préventive d'instruments médicaux

Soutenu publiquement le : 21/06/2023

Devant le jury :

CHERGUI Abdelhakim	Président	Université Kasdi Merbah Ouargla
ACHBI Mohammed Said	Encadreur	Université Kasdi Merbah Ouargla
ROUABAH Boubakeur	Examineur	Université Kasdi Merbah Ouargla

Année Universitaire : 2022 /2023

Remerciement

Nous Remercions Tout D'abord ALLAH Le Tout Puissant qui nous a aidés de terminer ce travail

On remercie également, nos enseignants du Département d'Electronique, qui ont contribué à notre formation.

Nos sincères remerciements à notre encadreur

Mr. ACHBI Mohammed Said

Et Mr. ROUABAH Boubakeur

Nous tenons également à remercier nos chers parents et toutes les personnes qui nous ont aidés dans notre cheminement scolaire.

Nous revenons à remercier également les membres du jury qui nous ont fait l'honneur d'examiner ce travail et d'apporter leurs réflexions et suggestions scientifiques.

En fin, Nous profitons de l'occasion pour remercier Tous les responsables de l'incubateur universitaire de l'Université et tous nos enseignants de l'UKMO.

Dédicaces

À la personne sans qui je ne serais pas là, qui m'a toujours soutenue et qui s'est toujours assurée de notre réussite scolaire, ma chère, chère maman.

Mon père aussi, qui m'a toujours soutenu quand j'avais besoin de lui.

Mon frère Nadir, mon vieil ami Omar, Yakoub et les chers amis que j'ai rencontrés dans mon parcours scolaire.

À tous ceux qui m'ont soutenu de ma grande famille, à tous les professeurs et professeurs qui m'ont étudié. Merci beaucoup à tous.

KHOLIF Ahmed

Dédicaces

A ma chère mère.

A mon cher père.

Qui n'ont jamais cessé de formuler des prières à mon égard, de soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs.

A mes frères, à mes sœurs pour leurs soutiens moral et leurs conseils précieux tout au long de mes études.

Je ne peux pas clore cette liste sans citer Mohammed karoumi un proche qui m'a beaucoup soutenu.

J'exprime mes profondes gratitude et respectueuse reconnaissance à mon encadreur professionnel Docteur ACHBI Mohammed Said pour sa volonté d'accepter de m'encadrer pour tout le temps qui m'a gardé et tous les conseils qu'il m'a prodigués.

Liste des symboles et des Abréviations :

DM	Dispositif médical
ECG	Électro-Cardio-Graphe.
EMG	ÉlectroMyoGraphie
A/N	Analogique /Numérique
N/A	Numérique/ Analogique
IRM	Imagerie par Résonance Magnétique
HIFU	Ultrasons Focalisés de Haute Intensité.
ERM	Reaction Measuring Devices
EMG	Electromyography Generated Muscles
X-Ray	Rayons X
TC	Tomodensitométrie « computed tomography ».
R & D	Recherche et Développement
USD	United States Dollars
AFNOR	Association Française de NORmalisation
NF-x60000	Norme Fonction de maintenance
PIM	Intelligent Maintenance Platform
KPI	Key Performance Indicators
IPM	Inspection et Maintenance Préventive
CM	Maintenance Corrective
PM	Maintenance Préventive
MEM	Maintenance du Matériel Médical
JDC	Java Data base Connectivity
JVM	Java Virtual Machine
JDK	Java développement Kit
PHP, c, c++	Langages de programmation

Table des matières :

Introduction générale :	1
Chapitre1	3
Instruments médicaux	3
I.1. Introduction:	4
I.2. Système d'instrumentation médicale :	4
I.3. Objectif du système d'instrumentation :	7
I.4. Types de systèmes d'instrumentation médicale :	8
I.5. Classification des dispositifs médicaux :	9
1. Classification fonctionnelle des dispositifs médicaux :	9
2. Classification des dispositifs médicaux selon un principe physico-technique :	10
3. Classification clinique/recherche :	10
I.6. Marché d'industrie des dispositifs médicaux :	11
.7.I Marché Mondial de maintenance des Équipements médicaux :	12
I.8. Maintenance des dispositifs médicaux et des technologies modernes :	12
I.9. Conclusion :	13
Chapitre 2 :	14
Maintenance d'instruments médicaux	14
II.1. Introduction :	15
Partie I: Généralité sur maintenance	15
II.2. Définition générale de maintenance :	15
II.3. Objectif de maintenance :	16
II.4. Service de maintenance:	16
II.5. But de maintenance :	16
II.6. Types de maintenance :	17
II.6.1. Maintenance corrective :	17
II.6.1.1. Avantages et inconvénients de maintenance corrective :	17
II.6.1.2. Étapes pour effectuer une maintenance corrective :	18
II.6.1.3. Maintenance corrective immédiate et maintenance corrective différée :	19
II.6.2. Maintenance préventive :	19
II.6.2.1. Définition :	19
II.6.2.2. Type de maintenance préventive :	20
II.6.2.3. But de maintenance préventive :	20
II.6.2.4. Plan de maintenance préventive :	21

Partie II: Maintenance d'instruments médicaux :	23
II.7. Introduction :	23
II.8. Maintenance d'équipement médicaux:	24
II.9. Principaux termes utilisés dans maintenance d'équipement médicaux:	24
II.10. Activités professionnelles :	25
II.11. Conclusion :	26
Chapitre 3:	27
Systeme de gestion de maintenance préventive d'instruments médicaux	27
III.1. Introduction :	28
III.2. Définition générale du système:	28
III.3. Explication de certaines parties du système:	28
III.3.1. Partie équipement :	29
III.3.2. Partie d'intervention:	32
III.3.3. Partie de révision :	34
III.3.4. Fonction d'alarme intégrée à système:	35
III.3.5. Fonctionnalités et améliorations pouvant être ajoutées au système:	37
III.4. Développement système de gestion de maintenance préventive d'instruments médicaux :	
III.5. Conclusion :	40
Conclusion générale	41

Liste des figures :

Figure 1.1 : Modèle de base des systèmes d'instrumentation.	4
Figure 1.2 : Système d'instrumentation médicale généralisée.	5
Figure 1.3 : Système d'instrumentation médicale.	7
Figure 1.4 : marché des dispositifs médicaux mondiaux, 2021 à 2030. (MILLIARDS USD)	12
Figure 2.1 : Organigramme de maintenance.	16
Figure 2.2 : Les types de maintenance.	17
Figure 2.3 : Formes de maintenance planifiées et non planifiées.	22
Figure 3.1 : La première partie du Système « Partie équipement ».	29
Figure 3.2 : Champs d'ajouter les informations du dispositif médical.	29
Figure 3.3 : Bouton d'affichage.	30
Figure 3.4 : Le tableau d'équipement comprend tous les dispositifs saisis.	31
Figure 3.5 : Bouton d'effacer.	31
Figure 3.6 : Bouton de « Télécharger la fiche technique et enregistrer ».	31
Figure 3.7: Le bouton « Fiche Technique ».	31
Figure 3.8 : Bouton de Mise à jour.	32
Figure 3.9 : Bouton de Recherche.	32
Figure 3.10: La deuxième partie du Système «Partie d'intervention».	32
Figure 3.11 : Champs d'ajouter des informations d'intervention.	33
Figure 3.12 : Le tableau de la partie d'intervention comprend tous les dispositifs après l'intervention.	33
Figure 3.13 : La troisième partie du Système « Partie de révision».	34
Figure 3.14: le tableau de la partie de révision. Comprend tous les dispositifs qui font l'objet d'un contrôle pour leur ré-entretien.	35
Figure 3.15 : Screenshot montre comment fonctionne la fonction de pré-notification.	35
Figure 3.16: Screenshot montre comment fonctionne la fonction de pré-notification	36
Figure 3.17: Screenshot montre comment fonctionne la fonction de pré-notification	36

Introduction générale :

Au sein des grands hôpitaux modernes, un problème de plus en plus courant est la gestion efficace de la maintenance du matériel médical, la qualité de l'assistance et la rentabilité. Si une gestion efficace de l'entretien de l'équipement médical doit être appliquée, la structure de gestion doit appliquer des processus appropriés de planification, de gestion et de mise en œuvre. Ceci est essentiel pour fournir des services de santé de qualité tout en économisant des ressources. La gestion des équipements médicaux comprend des opérations d'inspection et de maintenance préventive et corrective.

La gestion efficace des travaux de maintenance et de réparation doit être planifiée et mise en œuvre à l'aide de stratégies de maintenance appropriées pour que les appareils restent sûrs et fonctionnels conformément aux spécifications fonctionnelles de base. En plus, des investissements initiaux élevés, les équipements médicaux nécessitent une maintenance continue et coûteuse pendant leur durée de vie utile. La question de la maintenance est le principal point de discussion de la gestion des dispositifs médicaux. Des études tels que « Programme court en planification et gestion de la maintenance. École de technologie. Université du Québec supérieur ». ont montré que la cause la plus fréquente d'arrêt de l'équipement médical est une maintenance, une planification et une gestion médiocres.

Pour résoudre ce problème, il est nécessaire d'établir et de réguler un système adéquat pour le bon entretien et l'utilisation des équipements médicaux. La maintenance est un enjeu clé de la gestion du cycle de vie des dispositifs médicaux. La maintenance factuelle est la surveillance continue des performances des équipements, en commençant par les preuves - l'état actuel en termes d'historique des pannes - et en améliorant les performances grâce aux changements nécessaires. Ce processus est important pour optimiser l'utilisation et l'allocation des ressources disponibles dans les départements d'ingénierie clinique. La maintenance des dispositifs médicaux comprend deux activités de base: maintenance préventive et maintenance corrective.

Les défis posés par la maintenance à l'intérieur des établissements de santé sont très difficiles, en raison de nombreuses circonstances, notamment la sensibilité du domaine médical, le grand nombre d'appareils et la complexité de leurs conceptions, car ils nécessitent un entretien minutieux pour maintenir leur qualité et leur précision d'utilisation et leur durée de conservation, car dispositifs médicaux le coût de leur achat et de leur réparation est très élevé.

Mais avec les progrès techniques et technologiques dont le monde est témoin. Pourrait-il y avoir des solutions techniques technologiques qui peuvent aider à faciliter le processus de maintenance et à augmenter davantage son efficacité et son organisation et à réduire ses coûts ?

Chapitre 1

Instruments médicaux

I.1. Introduction:

Un dispositif médical est tout dispositif conçu pour être utilisé à des fins médicales. Donc, ce qui distingue un dispositif médical d'un dispositif quotidien, c'est son utilisation prévue. Les dispositifs médicaux profitent aux patients en aidant les prestataires de soins de santé à diagnostiquer et à traiter les patients, à aider les patients à surmonter une maladie ou une maladie et à améliorer leur qualité de vie.

Les dispositifs médicaux sont des produits de santé. Ils font partie intégrante du système de santé et sont omniprésents chez les patients : dans les hôpitaux (publics ou privés) où ils se trouvent aussi bien dans la chambre du patient qu'au bloc opératoire, à domicile, dans la clinique de traitement, etc. En même temps, l'industrie des dispositifs médicaux est différente en raison de la variété des produits et des technologies utilisés dans un secteur complexe. Les domaines d'application du sont vraiment très différents et la multitude d'appareils est à l'origine d'activités très différentes.

La fonction de l'instrumentation médicale est d'aider le clinicien médical et le chercheur à concevoir les moyens d'obtenir des mesures fiables et significatives d'un être humain vivant. Le domaine des instruments de diagnostic médical s'est très bien développé au cours des 25 dernières années avec l'impact que l'ingénierie électronique lui a fourni. Aujourd'hui, de plus en plus d'étudiants en génie électronique et instrumentation se sont mis au travail sur le développement de soit de meilleurs instruments utilisant la Technologie, soit de nouvelles techniques instrumentales pour mieux.

I.2. Système d'instrumentation médicale :

Chaque système d'instrumentation comporte au moins certains des composants fonctionnels illustrés à la figure 1.1.

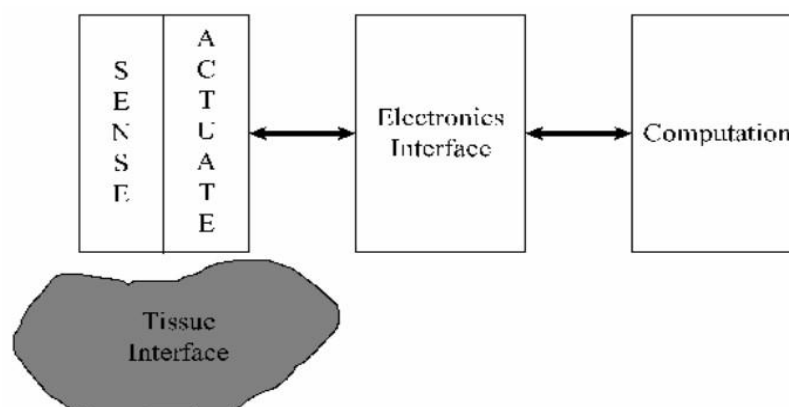


Figure 1.1 : Modèle de base des systèmes d'instrumentation.

Le flux principal d'informations est de gauche à droite. Les éléments et les relations représentés par des lignes pointillées ne sont pas essentiels. La principale différence entre ce système d'instrumentation médicale et les systèmes d'instrumentation conventionnels est que la source des signaux est un tissu vivant ou de l'énergie appliquée à un tissu vivant [1].

1. Capteurs et principes de base: y compris les électrodes bio-potentielles.
2. Interfaçage électronique: y compris le facteur de bruit du système, la bande passante du système, les préamplificateurs, les post-amplis, les amplis d'instrumentation, les convertisseurs A/N et N/A, le repliement, le déclenchement et le signal calcul de la moyenne.
3. Calcule: y compris la capture de données et le traitement du signal.

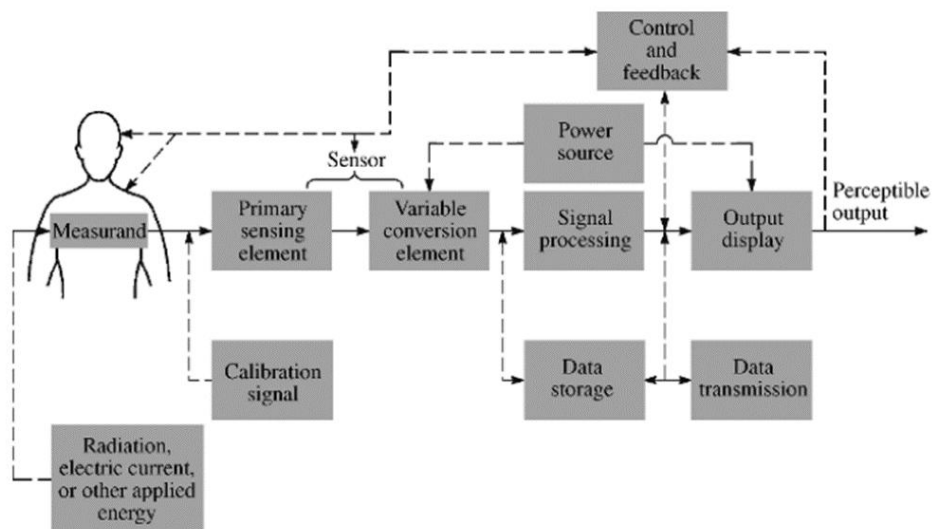


Figure 1.2 : Système d'instrumentation médicale généralisée.

1. **Radiation, electric current, or other applied energy** : Une certaine forme d'énergie est appliquée au corps afin de mesurer les réactions du corps.
2. **Mesurand** : Le signal physique à mesurer à partir du corps.
3. **Primery sensing element** : L'élément de capteur de base qui détecte les signaux physiques du corps.
4. **Variable conversion element** : Un élément de conversion qui transforme les signaux physiques en signaux électriques. L'élément 3 et élément 4 ensemble ils forment le capteur. « *Sensor* ».
5. **Signal processing** : Traitement du signal.
6. **Output display** : Affichage de sortie.
7. **Power source** : Source d'énergie.
8. **Data storage** : Stockage des données.
9. **Data transmission** : Transmission de données.
10. **Control and feedback** : Une personne qui contrôle et interagit avec L'instrument.

- **Mesurande « *Mesurand* » :**

La quantité physique, la propriété ou la condition que le système mesure est appelée le mesurande. L'accessibilité du mesurande est importante car il peut être interne (pression artérielle), il peut être à la surface du corps (potentiel d'électrocardiogramme (ECG)), il peut émaner du corps (rayonnement infrarouge) ou il peut provenir d'un échantillon de tissu (comme du sang ou une biopsie) qui est retiré du corps. Les principales mesures médicales entrent dans les catégories suivantes: bio-potentiel, pression, débit, taille (imagerie), déplacement (vitesse, accélération et force).

Le capteur convertit l'énergie ou les informations du mesurande en une autre forme (généralement électrique). Ce signal est ensuite traité et affiché afin que les humains puissent percevoir l'information. Les éléments et les connexions représentés par des lignes pointillées sont facultatifs pour certaines applications. Impédance, température et concentrations chimiques le mesurande peut être localisé sur un organe ou une structure anatomique spécifique.

- **Capteur « *Sensor* » :**

Généralement, le terme transducteur est défini comme un dispositif qui convertit une forme d'énergie en une autre. Un capteur convertit une mesure physique en une sortie électrique. Le capteur ne doit répondre qu'à la forme d'énergie présente dans le mesurande, à l'exclusion de tous les autres. Le capteur doit s'interfacer avec le système vivant de manière à minimiser l'énergie extraite, tout en étant peu invasif.

De nombreux capteurs ont un élément de détection primaire tel qu'un diaphragme, qui convertit la pression en déplacement. Un élément à conversion variable, tel qu'une jauge de contrainte, convertit ensuite le déplacement en une tension électrique. Parfois, la sensibilité du capteur peut être ajustée sur une large plage en modifiant l'élément de détection primaire. De nombreux éléments à conversion variable nécessitent une alimentation électrique externe pour obtenir une sortie de capteur.

- **Conditionnement du signal « *Signal conditioning* » :**

Habituellement, la sortie du capteur ne peut pas être directement couplée au dispositif d'affichage. Les conditionneurs de signal simples peuvent uniquement amplifier et filtrer le signal ou simplement adapter l'impédance du capteur à l'affichage. Souvent, les sorties des capteurs sont converties en format numérique puis traitées par un microcontrôleur [2]. Par exemple, le filtrage du signal peut réduire les signaux de capteur indésirables. Il peut également faire la moyenne des signaux répétitifs pour réduire le bruit, ou il peut convertir des informations du domaine temporel en fréquence domaine.

- **Affichage de sortie « Output display » :**

Les résultats du processus de mesure doivent être affichés sous une forme que l'opérateur humain peut percevoir. La meilleure forme d'affichage peut être numérique ou graphique, discrète ou continue, permanente ou temporaire selon la mesure particulière et la manière dont l'opérateur utilisera les informations.

Bien que la plupart des affichages reposent sur notre sens visuel, certaines informations (signaux ultrasonores Doppler, par exemple) sont mieux perçues par d'autres sens (ici, le sens auditif). Les commandes de l'utilisateur et l'affichage de la sortie doivent être conformes aux Directives d'ingénierie des facteurs humains et préférés.

- **Stockage de données et transmission de données :**

Le stockage de données est utilisé pour stocker les données et peut être utilisé pour référence future. Ces derniers jours, les dossiers de santé électroniques sont utilisés dans les hôpitaux. La transmission de données est utilisée dans les systèmes téléométriques, où les données peuvent être transmises d'un endroit à un autre à distance.

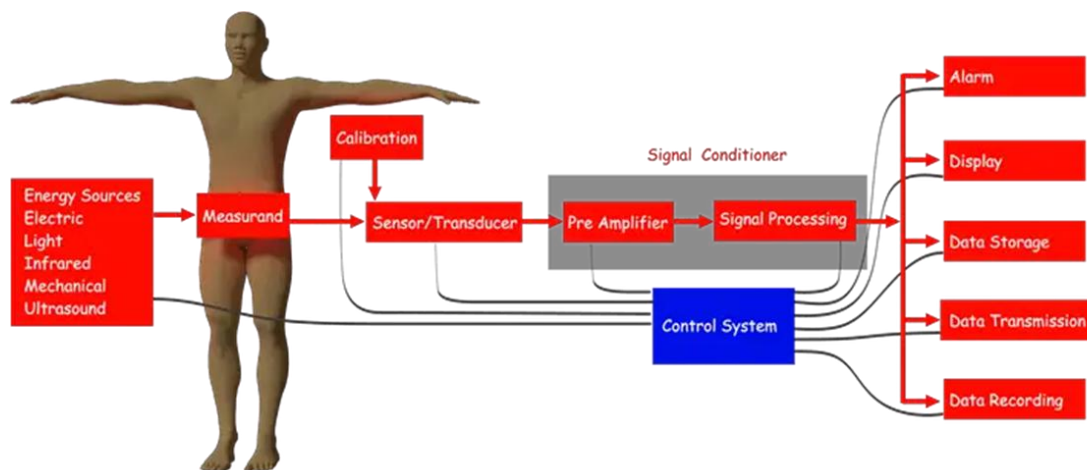


Figure 1.3 : Système d'instrumentation médicale.

I.3. Objectif du système d'instrumentation :

L'objectif fondamental de tout système d'instrumentation appartient généralement à l'une des catégories suivantes:

1. Collecte d'informations.
2. Diagnostic.
3. Évaluation.
4. Surveillance.
5. Contrôle.

1. Collecte d'informations :

Dans un système de collecte d'informations, l'instrumentation est utilisée pour mesurer phénomènes naturels et autres variables pour aider l'homme dans sa quête de connaissances sur lui - même et l'univers dans lequel il vit.

2. Diagnostic :

Les mesures sont faites pour aider à la détection et à la correction de certains dysfonctionnements du système mesuré. Dans un certain type d'application, ce type de l'instrumentation peut être connu sous le nom d'instrument de dépannage.

3. Évaluation :

Les mesures sont utilisées pour déterminer la capacité d'un système à répondre à ses fonctions exigences. Ceux-ci peuvent être classés comme " preuve de performance " ou " test de contrôle de la qualité.

4. Surveillance :

L'instrumentation est utilisée pour surveiller un processus ou une opération afin d'obtenir informations continues ou périodiques sur l'état du système mesuré.

5. Contrôle :

L'instrumentation est un certain temps utilisé pour contrôler automatiquement le fonctionnement d'un système basé sur des changements dans un ou plusieurs des paramètres internes ou dans la sortie du système.

I.4. Types de systèmes d'instrumentation médicale :

a) Direct / Indirect:

Le système de détection mesure directement un paramètre physiologique, tel que le moyen débit sanguin volumique dans une artère, ou mesure un paramètre lié au paramètre physiologique d'intérêt (par exemple, l'enregistrement ECG à la surface du corps est lié à la propagation du potentiel d'action dans le cœur, mais est pas une mesure de la forme d'onde de propagation).

b) Invasif / Non invasif:

Enregistrement électrique direct du potentiel d'action dans les fibres nerveuses à l'aide d'un le système d'électrodes implantables est un exemple de capteur invasif. Un système d'imagerie mesurant le sang la dynamique du flux dans une artère (par exemple, l'imagerie ultrasonore du flux couleur de l'artère carotide) est un exemple de capteur non invasif.

c) Contact / Télécommande:

Un capteur de jauge de contrainte fixé à une fibre musculaire peut enregistrer les déformations et les forces dans le muscle. Un système d'imagerie IRM ou ultrasonore peut mesurer les déformations et les forces internes sans contact avec le tissu.

d) Détecter / Actionner:

Un capteur détecte des paramètres biochimiques, bioélectriques ou biophysiques. Un actionneur délivre des agents externes par contact direct ou indirect et / ou contrôle biochimique, bioélectrique ou paramètres biophysiques. Une pompe d'administration d'insuline automatisée est un exemple d'actionneur à contact direct. La chirurgie non invasive à ultrasons focalisés de haute intensité (HIFU) est un exemple de chirurgie à distance, actionneur non invasif.

e) Dynamique / Statique:

Les instruments statiques mesurent les moyennes temporelles des paramètres physiologiques. Temps réel les instruments ont une réponse temporelle plus rapide ou égale aux constantes de temps physiologiques de l'objet détecté paramètre. Par exemple, un système Doppler à ultrasons en temps réel peut mesurer les changements dans le sang artériel vitesse sur un cycle cardiaque.

I.5. Classification des dispositifs médicaux :

La technologie médicale d'ingénierie utilisée dans le développement d'appareils, d'équipements, de méthodes physiques et de formes d'énergie qui nécessitent une utilisation dans son fonctionnement. Étant donné que la technologie médicale est divisée en différents domaines physiques, il n'existe donc pas de classification technique unifiée pour les dispositifs médicaux.

Ainsi, en fonction des besoins médicaux, Engineering Technologies fournit des équipements aux spécifications adaptées à ces besoins, tels que des produits technologiques et divers outils dans le domaine de l'optique, de l'électronique, de l'énergie électrique et des technologies atomiques.

Le fait que l'usage médical soit restreint est également l'un des fondements de la technique médicale, car cela s'applique aux groupes utilisés pour la totalité des divers équipements médicaux, qui comprend, en plus de ce qui précède, les outils médicaux, le mobilier médical et ses divers composants, et organes artificiels La composition générale de ces dispositifs selon leur utilisation en milieu hospitalier ou clinique.

1. Classification fonctionnelle des dispositifs médicaux :

A/ L'instruments de diagnostic " *Diagnosis Instruments* " : qui sont des unités de transmission et d'affichage d'informations.

B/ L'instruments de thérapie " *Therapy Instruments* " : dont la fonction est de transférer de l'énergie à l'organe ou au corps du patient en vue de sa guérison.

C/ Autres dispositifs médicaux.

2. Classification des dispositifs médicaux selon un principe physico-technique :

A/ Équipements Médicaux Électroniques « *Electronic Medical Equipments* ». Parmi eux :

- Appareils de mesure utilisés pour afficher ou stocker des informations.
- Appareils de mesure de réaction ERM.
- Appareil de cartographie cérébrale EEG.
- Appareils utilisés pour enregistrer les courants générés par les muscles EMG.
- Appareil d'électrocardiographe ECG.

B/ Groupe Des Équipements Mécaniques : Ce sont de simples instruments mécaniques qui facilitent l'examen, tels qu'un stéthoscope pour patient, des instruments d'éclairage, un miroir réfléchissant, un marteau d'excitation, un appareil de mesure de la pression et des instruments de détection oculaire. Il y a aussi :

- Appareils d'endoscopie « *Endoscopy* ».
- Gastroskopie de l'estomac « *Gastroscopy* ».
- Gastroskopie de la paroi de l'estomac « *Laparoscopy* ».
- Endoscopie des organes génitaux « *Bronchoscopy* ».

C/ Dispositifs radiaux « *Radiation Equipments* » :

Les appareils de diagnostic radiologique sont divisés en appareils à rayons X (X-Ray). Parmi eux se trouvent des appareils à ultrasons (*Ultrasound*). Et un autre est l'imagerie par résonance magnétique (*Magnetic resonance Imaging*). Et les appareils radiologiques sont appelés appareils de médecine nucléaire.

- Détecteur Gamma « *Gamma Scanner* ».
- Gamma Caméra « *Gamma Camera* ».
- Photographie électronique « *Computer Tomography* ».
- Tomodensitométrie TC.
- Balayage radiographique « *Scanning tomography* ».
- Tomodensitométrie magnétique « *IMR* ».

3. Classification clinique/recherche :

L'instrumentation clinique est essentiellement consacrée au diagnostic, aux soins et au traitement de patient alors que l'instrumentation de recherche est principalement utilisée dans la recherche de nouvelles connaissances se rapportant aux différents systèmes qui composent l'organisme humain. Bien que certains instruments peuvent être utilisés dans les deux domaines.

Les instruments cliniques sont généralement conçus pour être plus robustes et plus faciles à utiliser. D'autre part, l'instrumentation de recherche est normalement complexe, plus spécialisée et conçu pour fournir un degré beaucoup plus élevé de précision, de résolution, etc.

Instruments cliniques sont utilisés par le médecin ou les infirmières, alors que les instruments de recherche sont généralement utilisés par des personnes qualifiées techniciens dont la formation principale porte sur le fonctionnement de tels instruments. Le concept du système d'instruments s'applique à la fois à l'instrumentation clinique et à l'instrumentation de recherche. Les mesures dans lesquelles l'instrumentation biomédicale est utilisée peuvent également être divisées en deux catégories: in vivo et in vitro.

Une mesure in vivo est une mesure effectuée sur ou dans le vivant organisme lui-même. Un exemple serait un appareil inséré dans la circulation sanguine pour mesurer le pH de sang directement. Une mesure in vitro est une mesure effectuée à l'extérieur du corps d'un être humain. Un exemple de dans la mesure in vitro serait la mesure du pH d'un échantillon prélevé à partir du corps d'un patient.

I.6. Marché d'industrie des dispositifs médicaux :

Les instruments médicaux sont omniprésents; ils sont importants pour la technologie plus large et secteurs de la biotechnologie. Le marché mondial des dispositifs médicaux est énorme. Les instrumentations médicales désignent une très large classe d'appareils et de systèmes. Les estimations actuelles placent le marché mondial des instruments médicaux à plus de 200 milliards de dollars. L'industrie des dispositifs médicaux connaîtra une croissance importante dans les années à venir.

Selon le site *ScienceDirect*, spécialisé dans les publications scientifiques, techniques et de santé, les ventes annuelles mondiales augmenteront de plus de 5% et atteindront 800 milliards de dollars américains d'ici 2030. Et avec ces chiffres et ces attentes, on constate que la demande de dispositifs médicaux en tous genres, notamment ceux à usage unique.

Et selon une étude de *Precedence Research*, spécialisée dans l'étude de différents marchés mondiaux, l'augmentation des investissements dans les activités de Recherche et développement (R & D) des entreprises de technologie médicale pour le développement de dispositifs médicaux nouveaux et avancés et l'approbation facile de ces dispositifs par les autorités réglementaires devraient stimuler la croissance du marché des dispositifs médicaux au cours des prochaines années [7].

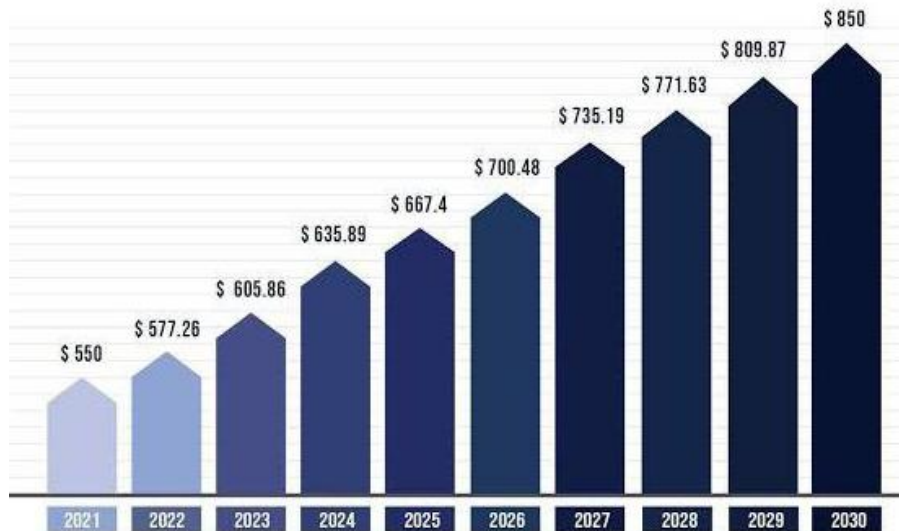


Figure 1.4 : Le marché mondial des dispositifs médicaux à l'avenir. (MILLIARDS USD)

I.7. Marché Mondial de maintenance des Équipements médicaux :

La maintenance des dispositifs médicaux est l'un des domaines de maintenance les plus complexes, en raison de la sensibilité du domaine médical et de sa confidentialité, ainsi que des soins et de la surveillance requis par les dispositifs médicaux afin de maintenir ces dispositifs en termes de précision et de qualité de travail, ainsi que de les maintenir le plus longtemps possible.

Le marché des dispositifs médicaux est un énorme marché qui connaît une croissance significative au fil des ans. Étant donné que le domaine de la maintenance des dispositifs médicaux est lié au domaine de l'industrie des dispositifs médicaux, le domaine de la maintenance des dispositifs médicaux connaîtra une croissance dans les années à venir. Selon la Data Bridge Foundation, spécialisée dans la recherche, le conseil et l'étude des marchés mondiaux, le marché de la maintenance des dispositifs médicaux, qui était de 23 660. 9 millions de dollars en 2022, passeront à 48 547. 8 millions de dollars d'ici 2030, et devrait connaître un pourcentage annuel central de 9,4% au cours de la période de prévision de 2022 à 2030 [9].

I.8. Maintenance des dispositifs médicaux et des technologies modernes :

L'utilisation de dispositifs médicaux dans les hôpitaux et les cliniques est beaucoup. En raison de la multiplicité des types de dispositifs médicaux, de leur utilisation fréquente et de leur forte demande, il est difficile de maintenir ces dispositifs qui sont utilisés dans l'un des domaines les plus importants de la vie, qui est lié à la santé et à la vie humaine.

Il existe encore de nombreux hôpitaux et cliniques qui utilisent des méthodes traditionnelles de surveillance et maintenance de leurs dispositifs médicaux. Les techniciens et ingénieurs travaillant dans le domaine de la maintenance des dispositifs médicaux à l'intérieur des hôpitaux et des cliniques effectuent encore une surveillance quotidienne de tous les équipements, ce qui les fatigue à l'intérieur des hôpitaux encombrés de divers dispositifs médicaux.

Avec le développement technique et technologique dont le monde est témoin dans le domaine des Informatique et de ses programmes. Pourquoi ne pas utiliser ces techniques technologiques qui peuvent aider les techniciens et les ingénieurs et faciliter le suivi et la maintenance réguliers d'un grand nombre de dispositifs médicaux à l'intérieur des hôpitaux.

I.9. Conclusion :

Les dispositifs médicaux sont considérés comme une composante fondamentale des systèmes de santé les avantages qu'ils peuvent apporter continuent d'augmenter car ils sont essentiels pour prévenir, diagnostiquer, traiter et réhabiliter les maladies et les maladies de manière sûre et efficace.

Le marché des dispositifs médicaux a connu une croissance rapide suivant les tendances technologiques en matière de soins de santé pour améliorer le bien-être des personnes, il existe actuellement plus de 10 000 types différents de dispositifs médicaux dans le monde.

Les centres de santé sont confrontés à une très grande variété de problèmes liés à des dispositifs médicaux de plus en plus sophistiqués, technologiquement complexes et nouveaux. Les centres doivent également tenir compte de la complexité technologique des appareils. Et ce, grâce à la fourniture de solutions techniques technologiques modernes.

Chapitre 2 :

Maintenance d'instruments

médicaux

II.1. Introduction :

Le mot "maintenance " a fait son chemin dans le vocabulaire industriel dans les années 1950, mais les concepts de maintenance tels que nous les connaissons aujourd'hui remontent en fait à l'Antiquité, lorsque l'homme a développé les premières machines.

Pour souligner l'importance de la maintenance dans les opérations commerciales, on l'appelait la "fonction de maintenance". C'est aussi une fonction essentielle car, sans maintenance, un processus industriel cesse généralement de produire les biens ou services pour lesquels il a été conçu à court terme. La fonction de maintenance a longtemps été considérée comme une activité accessoire dans une entreprise qui génère des coûts improductifs. Souvent identifié à la maintenance, qui consiste en des réparations d'urgence et des réparations sur les outils de production. L'association française de normalisation AFNOR définit la maintenance comme :

Toute opération de maintenance ou de restauration d'un objet ou de fourniture d'un service spécifique AFNOR X-60-010. Cette définition ne mentionne pas l'aspect économique de la fonction de maintenance mentionnée dans le document introductif X 60-000:

"Une bonne maintenance signifie assurer ces opérations à un coût total optimal."

Dans le nouveau contexte industriel, les entreprises subissent une énorme pression de la part de leurs clients. Ces derniers sont de plus en plus exigeants, exigeant des produits et services de haute qualité à moindre coût et dans les délais. Pour ce faire, les entreprises doivent s'assurer de la disponibilité et de la fiabilité de leurs moyens de production au moindre coût possible grâce à une gestion de la maintenance choisie et adaptée.

Ce n'est pas une tâche facile. Bien que les politiques de maintenance offrent des possibilités d'optimiser les performances globales de l'entreprise, cela nécessite des ressources humaines compétentes, des ressources matérielles adaptées à l'équipement entretenu, des systèmes de gestion des pièces de rechange et les bonnes informations.

Partie I: Généralité sur maintenance

II.2. Définition générale de maintenance :

La maintenance industrielle est un ensemble d'activités visant à maintenir ou à restaurer des marchandises dans un état spécifié ou dans certaines conditions d'utilisation sûres afin qu'elles puissent remplir la fonction requise. La maintenance signifie donc la réalisation d'activités qui permettent de préserver le potentiel matériel afin d'assurer la continuité et la qualité. La maintenance comprend différentes activités : dépannage, réparation, vérification, inspection et gestion du déclassement.

II.3. Objectif de maintenance :

Zéro défaillance est le principal objectif de maintenance. L'objectif des équipes de maintenance est de maintenir les installations de production en excellent état et d'assurer une efficacité globale maximale tout en optimisant les coûts.

Afin d'obtenir les meilleurs résultats, il est nécessaire d'éviter les pannes, de maintenir le rythme de production et d'améliorer constamment la qualité des produits. La maintenance n'est plus une question de pannes, mais de contrôle des erreurs grâce à des politiques de service améliorées, une bonne prévention grâce à des réparations rapides et efficaces, et enfin grâce à l'optimisation des équipements. Pour pouvoir bien accomplir cette tâche, non seulement la compétence technique des personnes est requise, mais également une organisation efficace et des outils appropriés. Il est de la nature de l'entreprise de fixer des objectifs pour la performance de la maintenance. Les objectifs de la maintenance sont divisés en deux catégories:

- Objectifs financiers.
- Objectifs opérationnels.

Les activités de maintenance sont une combinaison d'activités techniques, administratives et commerciales. Ce qui est défini par des caractéristiques et des objectifs mesurables.

II.4. Service de maintenance:

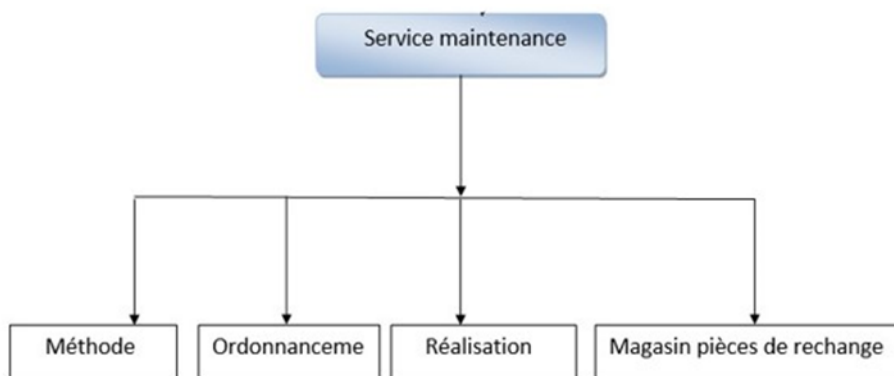


Figure 2.1 : Service de maintenance.

II.5. But de maintenance :

- Minimisation des coûts, c'est-à-dire production plus rapide et ininterrompue.
- L'entreprise doit toujours produire mieux (qualité) et au coût le plus bas possible.
- Le service de maintenance doit mettre en œuvre une politique de maintenance établie par la direction pour assurer une efficacité maximale du système de production.
- Réduction des coûts de maintenance et des coûts de production perdus.
- Amélioration des conditions de travail (sécurité, harcèlement).

II.6. Types de maintenance :

Les normes afnor permettent de préciser l'activité de maintenance industrielle et ainsi donner un langage commun à toutes les parties qui interviennent sur les sites industriels de la conception au prestataire de service à ce titre. La norme Afnor NF-x60000 différencie la maintenance corrective de la maintenance préventive. Voir figure 2.2.

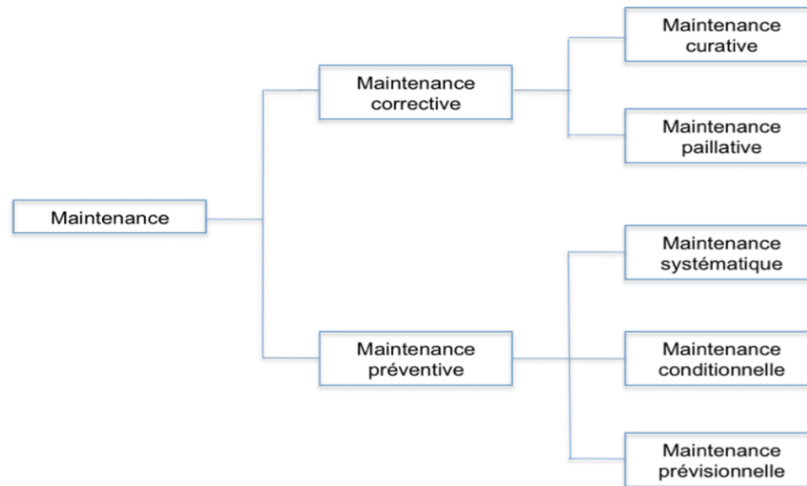


Figure 2.2 : Les types de maintenance.

II.6.1. Maintenance corrective :

Maintenance corrective: La maintenance corrective est définie comme la maintenance effectuée après une panne (AFNOR X 60-010). Elle est aléatoire et nécessite des ressources humaines et matérielles compétentes (pièces détachées et outils) disponibles localement. La maintenance corrective est un bug qui peut être corrigé de deux manières. Le premier est temporaire (Guérison temporaire) et dénote une maintenance palliative. Le second est définitif (récupération finale), qui caractérise l'entretien curatif.

II.6.1.1. Avantages et inconvénients de maintenance corrective :

Comme toutes les activités, la maintenance corrective présente de nombreux avantages et inconvénients. Voici les avantages de la maintenance corrective :

- Réduction de la planification.
- Meilleure rentabilité à court terme.
- Réduction des temps d'arrêt.

Les inconvénients de la maintenance corrective sont les suivants :

- Imprévisibilité.
- Coûts de maintenance plus élevés sur le long terme.
- Interruption de la production le temps de la maintenance.

II.6.1.2. Étapes pour effectuer une maintenance corrective :

Le processus de maintenance variera en fonction de l'équipement, des ressources allouées et des besoins de l'entreprise, entre autres. Par exemple, les machines dotées d'une technologie moderne peuvent réduire le temps nécessaire pour diagnostiquer un problème et réduire les coûts de réparation tout en maintenant la disponibilité. Voici un processus général avec des étapes pour aider les gestionnaires et les techniciens à démarrer :

Étape 1 : Soyez conscient d'un dysfonctionnement détecté dans le système :

Dès qu'une erreur est détectée, la machine doit être confirmée par les techniciens sur place. S'il est prouvé qu'il n'y a pas d'erreur, le système est généralement remis en service. Cependant, si l'erreur est confirmée, des mesures correctives doivent être prises. Un rapport d'incident doit également normalement être rempli avant que la maintenance corrective ne soit effectuée.

Étape 2 : Localiser le défaut à un équipement spécifique du système. :

La localisation des défauts, parfois appelée isolation des défauts, est le processus de localisation des défauts dans la mesure nécessaire à la réparation. La maintenance corrective consiste à localiser le défaut sur des dispositifs spécifiques du système. Les techniciens doivent déterminer quel composant du système global a réellement échoué.

Étape 3 : Diagnostiquer le problème d'un composant particulier de l'équipement :

Après avoir déterminé l'emplacement exact du défaut, la partie défectueuse du système est diagnostiquée. Un matériel spécial, un système ou d'autres moyens documentés sont généralement utilisés pour déterminer la cause d'un dysfonctionnement. Pour la plupart des machines, des tests intégrés utilisant des composants matériels et/ou logiciels existants peuvent aider à diagnostiquer un problème avec une pièce défectueuse.

Étape 4 : Réparation ou remplacement de la pièce ou de l'élément défectueux de l'équipement :

La maintenance corrective implique que les techniciens effectuent des corrections telles que : B. la réparation ou le remplacement des pièces de la machine. Cette phase peut également être appelée "dépannage", c'est-à-dire. H des travaux de maintenance sont en cours pour corriger l'erreur. Métriques de maintenabilité de base, telles que B. le temps moyen de réparation ou le temps de maintenance incluent souvent cette étape.

Étape 5 : Aligner et calibrer la pièce réparée ou nouvelle par rapport au système :

Un article défectueux est généralement réparé par alignement et étalonnage. Cela marque le début de l'inspection, qui est une série de tests effectués sur l'article pour déterminer son état ou son statut. Il est impératif que vous apportiez les modifications requises lors de la restauration de

la fonctionnalité spécifiée d'un élément. Une comparaison de l'appareil de mesure avec la norme établie et une comparaison ultérieure devraient également servir à éliminer les écarts.

Étape 6 : Nettoyer et lubrifier l'équipement en conséquence :

Après l'étalonnage, des contrôles de contamination et de lubrification sont généralement effectués pour maintenir le composant en bon état. Il est impératif d'utiliser de la graisse propre en quantité suffisante. Un nettoyage en profondeur de l'équipement et de ses composants facilite non seulement l'identification des problèmes potentiels et prolonge leur durée de vie, mais améliore également la fiabilité et réduit les coûts.

Étape 7 : Valider les performances avant de remettre le système en service :

Enfin, des essais doivent être effectués pour vérifier que les performances du composant ont atteint l'état indiqué. Cette phase complète l'inspection générale et l'échantillonnage du processus de maintenance corrective. Si les résultats montrent que l'équipement fonctionne de manière satisfaisante, Le système peut être redémarré et les opérations reprises.

II.6.1.3. Maintenance corrective immédiate et maintenance corrective différée :

Une autre distinction de la maintenance corrective est basée sur le caractère immédiat ou différé de l'intervention, en distinguant :

- La maintenance corrective immédiate (anglais : *immediate corrective maintenance*), effectuée tout de suite après la panne ;
- La maintenance corrective différée (anglais. *Deferred corrective maintenance*), en forme abrégée maintenance différée, retardée en fonction de règles de maintenance données

En informatique, la maintenance corrective vise à corriger les dysfonctionnements et les pannes des logiciels qui sont dus à des erreurs ou à une mauvaise programmation. Les contrats qui prévoient ce type de maintenance différencient généralement les temps d'intervention selon que les anomalies détectées sont bloquantes ou non.

II.6.2. Maintenance préventive :

II.6.2.1. Définition :

Il s'agit d'une maintenance technique planifiée, effectuée à des intervalles spécifiés ou selon des critères spécifiés, visant à réduire la probabilité de défaillance ou de détérioration de l'actif. Le but est de les réparer à temps avant qu'ils ne se cassent. Par conséquent, la plupart des usines et des entreprises s'efforcent d'augmenter la proportion de maintenance préventive par rapport à la maintenance corrective.

Les activités associées sont démarrées selon un calendrier établi sur la base d'un nombre prédéterminé d'unités d'utilisation (maintenance systématique) ou de critères prédéterminés liés à l'état de détérioration d'un bien ou d'un service (maintenance conditionnelle).

II.6.2.2. Type de maintenance préventive :

- **Maintenance systématique :**

Maintenance préventive systématique qui est effectuée à des intervalles de temps définis ou pour un nombre défini d'unités d'utilisation, mais sans vérification préalable de l'état du système. Les appareils sont contrôlés systématiquement à intervalles fixes. Cet intervalle de temps peut être programmé dans le système et déclenchera une alerte automatique envoyée au technicien responsable. La maintenance systématique consiste en des interventions sur l'équipement à des moments prédéterminés, allant du simple remplacement de certaines pièces à une révision générale.

- **Maintenance conditionnelle :**

Maintenance préventive conditionnelle, qui surveille le fonctionnement d'une installation ou les paramètres pertinents de cette opération et intègre les mesures qui en résultent. Il est donc dépendant de l'expérience et basé sur des informations collectées en temps réel. Qu'est-ce qui le différencie de la maintenance préventive systématique. Les activités de maintenance conditionnelle sont activées selon des critères prédéterminés liés à la détérioration du bien ou du service. Elle se caractérise par la mise en évidence des vulnérabilités (surveillance de ces points et décision d'intervenir lorsque certains seuils sont atteints) et leur vérification systématique par des tests non destructifs.

- **Maintenance prévisionnelle :**

La maintenance prédictive, également appelée maintenance prédictive, est basée sur des estimations après analyse et évaluation des paramètres de la machine. Il s'agit d'une maintenance coûteuse qui nécessite des outils avancés et qui n'est utilisée que dans des situations critiques en matière de sécurité et de coûts.

II.6.2.3. But de maintenance préventive :

- Réduire la fréquence des arrêts de production.
- Réduire les temps d'arrêt de la machine pour les réparations.
- Augmenter la durée de vie des machines et équipements.
- Planifier la maintenance corrective pour obtenir les meilleures conditions.
- Amélioration de la gestion des stocks de pièces de rechange.

- Évitez la consommation inutile de lubrifiant ou d'énergie consommable.
- Réduire voire éliminer les causes d'accidents graves.
- Améliorer les conditions de travail du personnel.
- Réduisez votre budget de maintenance.

II.6.2.4. Plan de maintenance préventive :

1. Fixer des objectifs et des priorités :

La première étape de la création d'un plan de maintenance consiste à définir un objectif final. Quelles sont tes attentes pour économiser de l'argent sur l'entretien ? Éviter les faillites qui ont déjà mis en péril le fonctionnement normal de l'entreprise dans le passé ? Protéger les appareils coûteux qui ne peuvent pas être facilement remplacés ?

Il est important de définir des objectifs clairs. Sinon, vous ne pouvez pas prioriser et sans cette étape, vous ne pouvez pas allouer vos ressources. Par exemple, dans le cadre d'une usine, l'objectif principal est de maintenir opérationnelle toute la chaîne de production et non de réduire les coûts induits par l'entretien des ascenseurs ou de la climatisation.

2. Liste des tâches et dispositifs :

La deuxième étape d'un plan de maintenance préventive consiste à répertorier vos équipements par différentes gammes d'équipements. Cette lecture sera facilitée si vous utilisez une solution PIM (Intelligent Maintenance Platform) équipée de cette fonction.

Lors de l'inventaire de votre équipement, assurez-vous de noter :

- Les termes des garanties.
- Les recommandations du fabricant ou le manuel d'utilisation concernant l'entretien de l'équipement.
- Les données des contrôles précédents afin de vérifier le fonctionnement de l'équipement.
- Les données des réparations précédentes.
- La criticité des dispositifs.

Ces informations détermineront la fréquence à laquelle vous devez effectuer vos maintenances préventives : tous les jours, plusieurs fois par semaine, toutes les semaines, tous les deux mois, tous les mois, tous les trimestres, tous les deux ans ou tous les ans.

3. Organisation priorités et ressources:

Dans les étapes précédentes, nous avons défini nos objectifs à long terme et la fréquence idéale pour chaque opération de maintenance préventive. Nous procédons actuellement à une "révision" de notre plan de maintenance. Nous devons traduire nos objectifs à court terme en temps et en ressources à notre disposition.

- La 1ère étape, il nous est possible d'attribuer des priorités à certains dispositifs.
- La 2ème étape, nous pouvons définir la criticité des dispositifs.

Une fois les objectifs fixés, il est important de vérifier s'ils ont été atteints. Pour cela, il est nécessaire de définir en amont des indicateurs de performance clés (KPI) pour suivre l'avancement et l'efficacité du plan de maintenance. Voici quelques suggestions :

1. Cette étape aboutit à la hiérarchisation des appareils et à l'identification de la personne ou de l'équipe appropriée.
2. Taux de maintenance préventive.
3. Taux de conformité de la maintenance préventive.
4. Performance globale de l'équipement.
5. Temps moyen entre deux pannes.
6. Coût total de la maintenance (y compris la main-d'œuvre (contrats de main-d'œuvre, de matériel et de service).
7. Et bien sûr le retour sur investissement.

4. Révision et optimisation :

Quelle que soit votre expérience, aucune stratégie n'est parfaite. Lorsque vous passez en revue votre plan de maintenance, vos KPI et vos rapports, pesez-vous quelques questions :

- Avez-vous vraiment besoin de toutes les actions préventives que vous avez identifiées ? Faut-il sortir certaines valeurs non rentables ?
- Avez-vous remarqué que vos actifs sont en deçà de vos estimations ?
- Toutes les pannes étaient-elles inévitables ou certaines pouvaient-elles être évitées grâce à une maintenance préventive ?
- Avez-vous remarqué un manque de différenciation dans le niveau de risque de chaque actif, ou l'un de vos actifs s'est-il détérioré plus rapidement, nécessitant une maintenance supplémentaire ?

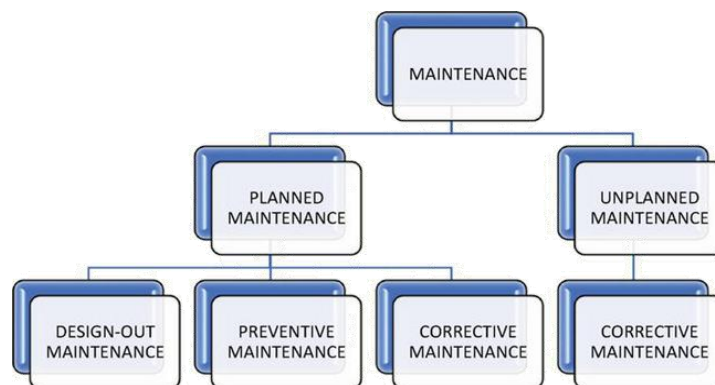


Figure 2.3: Formes de maintenance planifiées et non planifiées.

- **Différence entre Maintenance corrective et préventive :**

La principale différence entre la maintenance corrective et la maintenance préventive est leur durée. La maintenance corrective est généralement effectuée après une panne d'équipement, tandis que la maintenance préventive est effectuée périodiquement pour anticiper et atténuer le risque de temps d'arrêt imprévu. La maintenance évolutive, quant à elle, est une activité de maintenance pour développer ou adapter une ou plusieurs applications. Pour mieux comparer la différence entre la maintenance corrective et préventive, consultez le tableau 1 :

	Maintenance corrective	Maintenance préventive
Objectif principal	Pour rétablir le fonctionnement de la machine	Pour un fonctionnement continu du système
Nature de la tâche	Non planifiés et non prévus	Planifié et programmé
Fréquence	Chaque fois qu'un équipement tombe en panne	Réalisé régulièrement à une heure fixe
Protocole général	Effectuer des réparations : remplacement de pièces, remontage, réglage et test.	Effectuer des inspections : détection et prévention des défaillances imminentes

Tableau 1 : La différence entre la Maintenance corrective et préventive.

Partie II: Maintenance d'instruments médicaux :

II.7. Introduction :

La Maintenance peut être divisée en deux grandes catégories: Inspection et Maintenance Préventive (IPM) et Maintenance corrective (CM). L'entretien préventif et l'inspection comprennent toutes les activités prévues pour assurer le bon fonctionnement de l'équipement et prévenir les pannes ou les pannes. Les inspections de sécurité et fonctionnelles sont des procédures simples pour vérifier qu'un l'appareil fonctionne correctement et est sûr à utiliser. La maintenance préventive (PM) désigne les actions planifiées visant à prolonger la durée de vie des équipements et à prévenir les pannes (étalonnage, remplacement des pièces, lubrification, nettoyage, etc.).

L'inspection peut être effectuée seule ou en combinaison avec une maintenance préventive pour assurer le bon fonctionnement des équipements. Ce point est important car la maintenance préventive peut être assez fastidieuse car elle implique le démontage, le nettoyage ou le remplacement de certains composants. Dispositifs médicaux. La complexité de cela le programme dépend de la taille et du type de l'installation, son emplacement et les ressources nécessaires. Cependant, les principes d'un programme d'entretien approprié sont les mêmes, que l'installation soit située dans une zone urbaine d'un pays à revenu élevé ou dans une zone rurale d'un pays à faible revenu ou pays à faible revenu.

II.8. Maintenance d'équipements médicaux:

La maintenance des dispositifs médicaux peut être divisée en deux grandes catégories: la maintenance préventive et l'inspection, et la maintenance corrective. L'inspection et la maintenance préventive comprennent toutes les activités destinées à assurer le bon fonctionnement des équipements et à prévenir les pannes ou les pannes.

Les tests fonctionnels et de sécurité sont des procédures simples qui vérifient que l'appareil fonctionne correctement et qu'il est sûr à utiliser.

La maintenance préventive est un ensemble d'activités planifiées visant à prolonger la durée de vie des équipements et à prévenir les pannes (par l'étalonnage, le remplacement des pièces, la lubrification, le nettoyage, etc.).

II.9. Principaux termes utilisés dans maintenance d'équipement médicaux:

Les principaux termes utilisés dans la maintenance de l'équipement médical sont définis ci-dessous dans le tableau 2.

Les Termes	Les définitions
Les tests de réceptions	Inspection initiale d'un équipement médical effectuée avant sa mise en service. Lorsqu'il est livré à l'établissement de santé, le dispositif est vérifié pour s'assurer qu'il correspond bien au bon de commande.
Etalonnage	Certains dispositifs médicaux, notamment les dispositifs générateurs d'énergie thérapeutique (défibrillateurs, bistouris électriques, stimulateurs de physiothérapie, etc.), doivent être régulièrement étalonnés. Cela consiste à mesurer les niveaux d'énergie et, en cas d'écart par rapport aux niveaux.
Maintenance corrective (CM)	Procédure utilisée pour restaurer l'intégrité physique, la sécurité et/ou la performance d'un dispositif suite à une défaillance. Les termes « maintenance corrective » et « maintenance non-programmée » sont considérés comme des équivalents de celui de « réparation ». Ce document emploie ces termes de façon interchangeable.
Inspection de performance	Ces activités ont pour objectif d'évaluer l'état de fonctionnement d'un dispositif médical. Les tests comparent la performance du dispositif aux spécifications techniques définies par le fabricant dans son manuel de maintenance ou d'entretien. Ces inspections n'ont pas pour objectif de prolonger la durée de vie du matériel, mais simplement d'évaluer son état actuel. Les inspections de performance sont parfois appelées « inspections aux fins des garanties de performance ».
Réparation	Procédure utilisée pour restaurer l'intégrité physique, la sécurité et/ou la performance d'un dispositif suite à une défaillance. Ce terme est utilisé de façon interchangeable avec

	« maintenance corrective ».
Inspection de sécurité	Ces inspections visent à garantir que le dispositif ne présente pas de risque électrique ni mécanique. Elles peuvent également comprendre des vérifications axées sur la sûreté radiologique, les gaz dangereux ou les polluants chimiques. Les résultats de ces inspections sont comparés aux normes nationales ou régionales ainsi qu'aux spécifications du fabricant. La fréquence des inspections de sécurité peut être différente de celle de la maintenance planifiée et des inspections de performance et obéit généralement à des exigences réglementaires.
Défaillance	État d'un dispositif qui ne satisfait pas aux exigences définies en termes de performance ou de sécurité, et/ou atteinte à son intégrité physique. Une défaillance est corrigée par réparation et/ou étalonnage.

Tableau 2 : Les principaux termes utilisés dans la maintenance de l'équipement médical.

II.10. Activités professionnelles :

Le titulaire du titre professionnel "Maintenance du Matériel Médical" (MEM) est un technicien avec les principales professions:

- Effectuer des travaux de maintenance corrective et préventive sur des produits industriels.
- Participer à l'amélioration et à la modification des équipements sur lesquels il travaille.
- Participation à l'installation et à la mise en service de nouveaux appareils.
- Il interfère avec les parties de manœuvre et de contrôle du système. Les étapes à suivre varient en fonction de la taille de l'équipement.
- Réparations dans les domaines électrique, pneumatique, hydraulique et électronique.
- Analyser le fonctionnement de l'actif.
- Utiliser des technologies d'assistance au diagnostic et des technologies d'intervention.
- Effectuer une surveillance et / ou des opérations planifiées.
- Alertes lorsqu'une anomalie est détectée.
- Communiquer avec les utilisateurs des biens sur lesquels il travaille et avec les membres du département auquel il appartient.
- Installation d'équipements dans les hôpitaux et les Cliniques.

II.11. Conclusion :

Les dispositifs médicaux sont des ressources qui ont un impact direct sur la vie humaine. Ils nécessitent des investissements importants et ont souvent des coûts de maintenance élevés. Par conséquent, il est important d'avoir un programme de maintenance soigneusement planifié et géré qui peut garantir la fiabilité, la sécurité et la disponibilité de l'équipement médical dans un établissement de santé pendant le diagnostic, la thérapie, le traitement ou le suivi du patient. Un tel programme peut également prolonger la durée de vie du matériel et réduire les coûts d'exploitation.

La stratégie de maintenance comprend des procédures d'inspection et des activités de maintenance préventive et corrective pour Les inspections opérationnelles sont conçues pour garantir que l'équipement fonctionne correctement. Les inspections de sécurité doivent garantir que l'équipement est sans danger pour les patients et les opérateurs. Et La maintenance préventive (PM) est conçue pour prolonger la durée de vie de chaque pièce d'équipement et réduire taux d'échec.

De plus, certains problèmes cachés peuvent être identifiés lors d'une planification inspection. L'équipement garantit qu'un est en bon état. Être en bon état de fonctionnement uniquement pendant le fonctionnement, mais ne peut exclure le risque de défaillance lors d'une utilisation ultérieure; La plupart composants électriques et mécaniques sont intrinsèquement sujets à la défaillance à tout moment. La maintenance corrective (CM) est la réinitialisation d'un appareil défaillant pour permettre un nouveau départ.

Pour qu'un programme d'entretien des instruments médicaux soit efficace, il doit impliquer une planification, une gestion et une mise en œuvre appropriées. La planification concerne les ressources financières, matérielles et humaines nécessaires pour effectuer correctement les travaux de maintenance. Une fois le programme défini, les aspects financiers, humains et opérationnels sont constamment suivis et gérés pour assurer la continuité du programme et son amélioration si nécessaire. Enfin, une bonne implémentation du programme est essentielle pour garantir des performances matérielles optimales.

Chapitre 3:

Systeme de gestion de maintenance préventive d'instruments médicaux

III.1. Introduction :

La maintenance est un aspect irremplaçable dans le domaine de l'industrie et de l'utilisation d'instruments et des outils techniques et de la technologie en général dans notre monde moderne, et au fil du temps, avec le développement des machines et le développement des outils et appareils avec les révolutions industrielles successives, le domaine de la maintenance évolue pour suivre le développement pour maintenance plus rapides et plus faciles. Pour faciliter le travail des techniciens et des ingénieurs, accélère divers processus industriels et réduit autant que possible les temps d'arrêt.

L'un des domaines où la maintenance est très importante et très sensible est le domaine médical. La santé et de la vie humaines dépend du processus de maintenance d'instruments médicaux, de sorte que la maintenance dans ce domaine doit être opportune, périodique et même quotidienne afin d'assurer le fonctionnement permanent des équipements médicaux.

Pour tout ce qui précède, nous proposons un système qui aide les techniciens et les ingénieurs à faciliter périodiquement le processus de maintenance préventive et à surveiller et enregistrer le processus de maintenance à partir d'un processus de maintenance organisé et efficace.

III.2. Définition générale du système:

Le système de maintenance des dispositifs médicaux programmé dans le cadre de la création de la start-up par nos soins est considéré comme un programme qui aide à surveiller, organiser et accélérer le processus de maintenance des dispositifs médicaux, ainsi qu'à surveiller l'état des dispositifs nécessitant une maintenance périodique.

Le système de maintenance des dispositifs médicaux que nous avons programmé est un outil très utile pour les techniciens et les ingénieurs dans les différents domaines dans lesquels les dispositifs médicaux sont utilisés. Le système permet la mise en place d'une large gamme de dispositifs médicaux pour un suivi technique permanent. Et dans le cas où un appareil nécessite une maintenance périodique, le système nous en informe.

Mais avant tout cela, toutes les informations concernant l'appareil à soumettre au contrôle technique doivent être saisies pour la maintenance périodique.

III.3. Explication de certaines parties du système:

Le système contient trois parties ou trois pages principales : partie équipement, partie intervention et partie révision.

III.3.1. Partie équipement :

C'est la première partie du système où toutes les informations d'instrument à surveiller sont saisies techniquement afin d'effectuer leur maintenance.

Dans cette partie on va ajouter le nom d'instrument, le numéro de référence d'instrument, la famille à laquelle ils appartiennent, leur modèle, leur marque la date de la dernière révision et d'autres informations spécifiques d'instrument.

The screenshot shows the 'Partie Equipement' interface. It features a form with the following fields:

- Référence:** 3
- Nom d'équipement:** appareil d'anesthésie
- Famille:** Anesthésiologie
- Modèle:** carestation 750
- Etat d'équipement:** nouveau
- Date de Revision:** 2024-05-10
- Marque:** GE healthcare
- N° de Serie:** 200987
- Fournisseur:** Acoma Medical
- Date d'achat:** 2023-05-10
- N° d'intervention:** 125

Buttons include: Télécharger la fiche technique et Enregistrer, Mise à jour, Afficher, Effacer, and Fiche Technique.

A search bar labeled 'Recherche' is present above a table of devices:

Reference	Nom_d_equipem...	Famille	Modele	Etat_d_equipem...	Marque	N_de_Serie	Fournisseur	Date_d_Achat	N_d_Intervention	Date_de_Revisi...
1	ECG	ELECTROGRDILOG...	ECG 6 PISTE	NOUVEAU	STARE CARE 6PL...	200985	STARECARE	2022-05-10	123	2023-06-01
2	ECG	Electrogardiogra...	HE1200	nouveau	HEILCO 12 Cha...	200154	BIOMICARE	2023-05-08	124	2023-07-10
3	Apareil d'anesth...	Anesthésiologie	carestation 750	nouveau	GE healthcare	200987	Acoma Medical	2023-05-10	125	2024-05-10
4	Ventilateur de r...	Apareil de réani...	Monnal T75	nouveau	Medical Expo	200988	Advanced Instru...	2023-05-08	1	2023-10-23

Footer: KASDI Merbah University, FEDJIDJ Bourmedien, KHOUF Ahmed. Windows watermark: Activer Windows. Accédez aux paramètres pour activer Windows.

Figure 3.1 : La première partie du système « Partie équipement ».

1. Champs d'ajouter informations du dispositif médicaux:

Dans ces champs, on va ajouter toutes les informations techniques de l'appareil dans la Système.

The form fields are arranged in two rows:

- Row 1:** Référence, Nom d'équipement, Famille, Modèle, Etat d'équipement, Date de Revision.
- Row 2:** Marque, N° de Serie, Fournisseur, Date d'achat, N° d'intervention.

Figure 3.2 : Champs d'ajouter les informations des dispositifs médicaux.

- **Référence :** Les numéros de référence sont des identifiants (un nombre ou une combinaison de nombres aléatoires et / ou de lettres).
- **Nom d'équipement :** Un mot ou une combinaison de mots par lesquels une pensée d'équipement est désignée, appelée ou connue.
- **Famille:** Groupe de dispositifs médicaux fabriqués par ou pour le même organisme et possédant les mêmes caractéristiques de conception de base et de performances en termes de sécurité, d'usage prévu ou de fonction.
- **Modèle:** Chaque famille d'appareils peut avoir un ensemble des modèles qui diffèrent d'autres par certaines caractéristiques ou améliorations.
- **État d'équipement :** Est l'état technique de l'appareil. Autrement dit, est-il en bon état d'utilisation ou est-il dans un état de panne.
- **Date de révision :** La dernière date à laquelle la révision a été effectuée.
- **Marque :** La marque est un signe ou nom distinctif qui permet au consommateur de distinguer le produit ou service d'une entreprise de ceux proposés par les entreprises concurrentes.
- **Numéro de série :** Un numéro de série est un nombre unique qui est assigné à un dispositif d'une série afin de l'identifier. Chaque dispositif d'une même série porte donc en principe un numéro différent.
- **Fournisseur :** Personne ou établissement qui fournit habituellement à un particulier ou à une entreprise certaines marchandises.
- **Date d'achat :** Est la date à laquelle l'appareil a été acheté.
- **Date d'intervention :** La dernière date à laquelle l'intervention a été effectuée.

2. Affichage des équipements et/ou dispositifs médicaux :

Lorsque vous avez terminé de remplir les champs avec les informations nécessaires d'un dispositif médical, cliquez sur « afficher ».



Figure 3.3 : Bouton d'affichage.

3. Tableau équipements médicaux :

Après avoir cliqué sur afficher, l'appareil est ajouté au tableau des appareils.

Reference	Nom_d_equipem...	Famille	Modele	Etat_d_equipem...	Marque	N_de_Serie	Fournisseur	Date_d_Achat	N_d_Intervention	Date_de_Revisi...
1	ECG	ELECTROGRDIQG...	ECG 6 PISTE	NOUVEAU	STARE CARE 6PI...	200985	STARECARE	2022-05-10	123	2023-06-01
2	ECG	Electrogardiogra...	HE1200	nouveau	HEILDGO 12 Cha...	200154	BIOMICARE	2023-05-08	124	2023-07-10
3	Apareil d'anesth...	Anesthésiologie	carestation 750	nouveau	GE healthcare	200987	Acoma Medical	2023-05-10	125	2024-05-10
4	Ventilateur de r...	Apareil de réani...	Monnal T75	nouveau	Medical Expo	200988	Advanced Instru...	2023-05-08	1	2023-10-23

Figure 3.4 : Le tableau d'équipement comprend tous les dispositifs saisis.

4. Effacement d'un équipement médicaux:

Si nous voulons supprimer un dispositif dans le tableau des dispositifs, sélectionnez le dispositif dans le tableau et cliquez sur « Effacer »



Figure 3.5 : Bouton d'effacer.

5. Téléchargement de fiche technique:

Dans le cas où il y a un fichier sur l'ordinateur qui contient toutes les informations techniques d'un dispositif et que nous voulons l'ajouter au tableau des dispositifs, cliquez sur « Télécharger la fiche technique et enregistrer ».

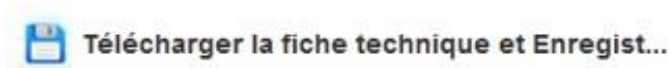


Figure 3.6 : Bouton de « Télécharger la fiche technique et enregistrer ».

6. Affichage de fiche technique:

Si nous voulons afficher la fiche technique d'un appareil, sélectionnez cet appareil dans le tableau en cliquant dessus puis cliquez sur le bouton « Fiche Technique ».



Figure 3.7: Le bouton « Fiche Technique ».

7. Mise à jour des informations :

8. Pour mettre à jour les informations, cliquez sur « Mise à jour ».

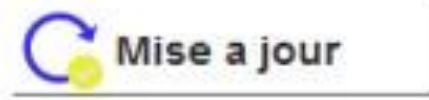


Figure 3.8 : Bouton de Mise à jour.

9. Recherche d'un équipement ou/et dispositif médical :

Pour rechercher un appareil, cliquez sur « Recherche ».

Recherche

Figure 3.9 : Bouton de Recherche.

III.3.2. Partie d'intervention:

C'est de la deuxième partie du programme où toutes les informations d'intervention de la maintenance. Dans cette partie, on ajoute le numéro de référence d'instrument, la date d'intervention, nature de panne, pièce de rechange, durée de panne, personne d'intervenu.

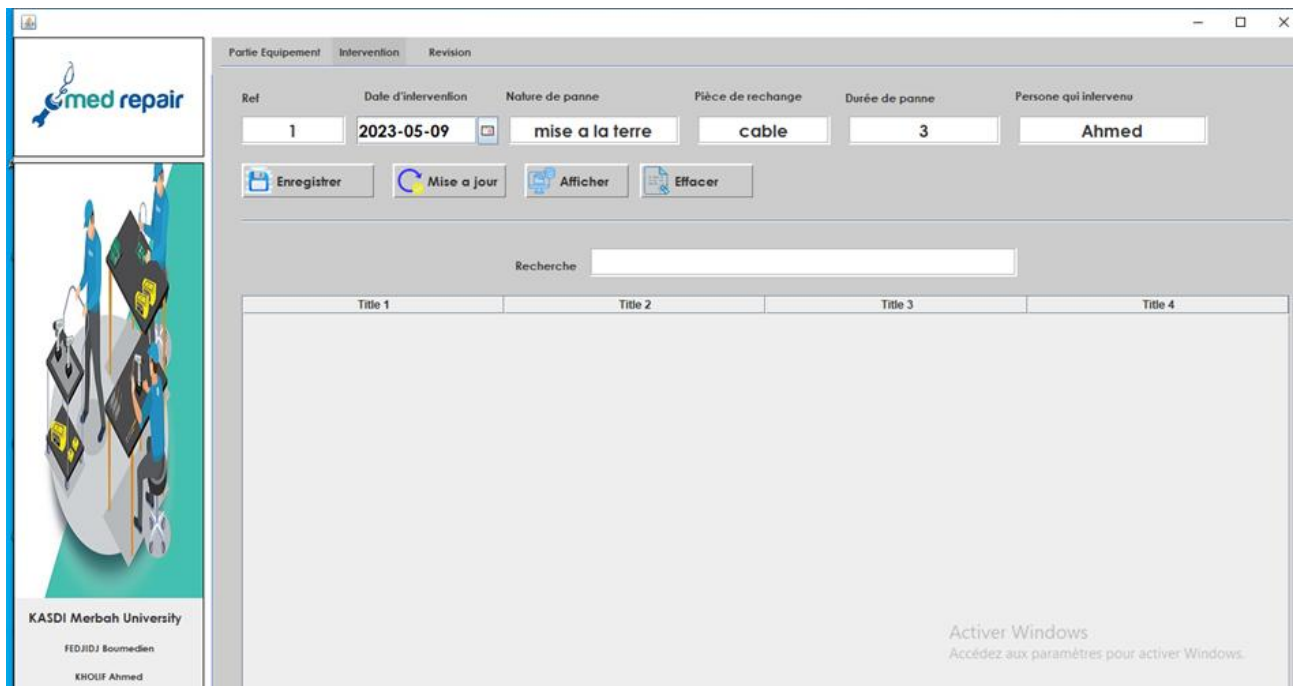


Figure 3.10: La deuxième partie du système «Partie d'intervention».

10. Champs d'ajouter des informations d'intervention d'un équipement ou/et dispositif médicaux:

Dans ces champs, on peut ajouter toutes les informations d'intervention d'un équipement ou/et dispositif médical.

Ref	Date d'intervention	Nature de panne	Pièce de rechange	Durée de panne	Personne qui intervenu
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Figure 3.11 : Champs d'ajouter des informations d'intervention.

- **Référence** : Les numéros de référence sont des identifiants (un nombre ou une combinaison de nombres aléatoires et / ou de lettres).
- **Date d'intervention** : La dernière date à laquelle l'intervention a été effectuée.
- **Nature de panne** : Etat de panne.
- **Pièce de rechange** : Les pièces que nous avons changées.
- **Durée de panne** : Moyenne entre pannes, souvent désigné par son sigle anglais MTBF (*Mean Time Between Failures*), est une des valeurs qui indiquent la fiabilité d'un composant, d'un produit ou d'un système.
- **Personne qui intervenu** : L'ingénieur ou le technicien qui a effectué l'intervention.

Ref	Date_intervention	Nature_de_panne	Piece_de_rechange	Duree_de_panne	Personne_qui_intervenu

Figure 3.12: Le tableau de la partie d'intervention comprend tous les dispositifs après l'intervention.

III.3.3. Partie de révision :

C'est la troisième partie du programme où toutes les informations de la révision. C'est une partie où les dispositifs sont surveillés pour le processus de remplacement ou la réparation d'un élément avant qu'il ne cause des dommages.

Dans cette partie, il y a un tableau de la révision comprenant : le numéro de référence d'instrument, le nom d'équipement, la famille, l'état d'équipement et la date actuelle, le numéro d'intervention, la date de révision et le plus important nombre des Jours qui reste avant l'opération d'intervention du maintenance.

Reference	Nom_d_equipement	Famille	Etat_d_equipement	current_date()	N_d_Intervention	Date_de_Revision	JourQuiRest
2	ECG	Electrocardiographe	nouveau	2023-05-31	124	2023-06-07	7
1	ECG	ELECTROGRDIORAPHE	NOUVEAU	2023-05-31	123	2023-06-08	8
4	Ventilateur de réanim...	Apareil de réanimation	nouveau	2023-05-31	1	2023-06-10	10
3	Apareil d'anesthésie	Anesthésiologie	nouveau	2023-05-31	125	2023-06-13	13
5	Autoclave	Instrument de stérilisa...	nouveau	2023-05-31	1	2024-10-12	500

Figure 3.13 : La troisième partie du système « Partie de révision».

- **Référence** : Les numéros de référence sont des identifiants (un nombre ou une combinaison de nombres aléatoires et / ou de lettres).
- **Nom d'équipement** : un mot ou une combinaison de mots par lesquels une pensée d'équipement est désignée, appelée ou connue.
- **Famille** : groupe de dispositifs fabriqués par ou pour le même organisme et possédant les mêmes caractéristiques de conception de base et de performances en termes de sécurité, d'usage prévu ou de fonction.
- **État d'équipement** : Est l'état technique de l'appareil. Autrement dit, est-il en bon état d'utilisation ou est-il dans un état de panne.
- **Curent date** : Est la date actuelle du jour.
- **Numéro d'intervention** : Est le nombre de fois d'intervention Pour la maintenance d'équipement.

- **Date de révision** : La dernière date à laquelle la révision a été effectuée.
- **JourQuiRest** : Le nombre de jours restants pour la maintenance. La couleur jaune indique un séjour de plus de vingt jours. Et la couleur rouge indique un séjour de moins de vingt jours.

Reference	Nom_d_equipement	Famille	Etat_d_equipement	current_date()	N_d_Intervention	Date_de_Revision	JourQuiRest
3	Apareil d'anesthésie	Anesthésiologie	bon etat	2023-05-21	50	2023-05-01	20
4	Ventilateur de réanimation	Apareil de réanimation	non utilisé	2023-05-21	10	2023-06-13	23
2	ECG	Electrocardiographe	nouveau	2023-05-21	124	2023-06-17	27
1	ECG	Electrocardiographe	nouveau	2023-05-21	123	2024-06-12	388

Figure 3.14: le tableau de la partie de révision. Comprend tous les dispositifs qui font l'objet d'un contrôle pour leur ré-entretien.

III.3.4. Fonction d'alarme intégrée à système:

La dernière Propriété de ce système est la partie la plus importante du système. La base du travail de ce système est l'adoption de la maintenance préventive, nous avons donc ajouté la fonctionnalité d'envoi d'une notification d'alerte lorsqu'un appareil nécessite une maintenance préventive. Nous savons également que dans la partie révision, il existe un calendrier qui inclut tous les appareils soumis au contrôle pour la maintenance préventive. Chacun de ces appareils à une période de temps pendant laquelle il nécessite une maintenance préventive. Lorsqu'il reste vingt jours à compter de la procédure de maintenance préventive, le champ de cet appareil est coloré en rouge. Lorsque le champ appareil de la table de révision est coloré en rouge, le système envoie un message par email à la personne concernée par la maintenance préventive afin de l'informer de l'approche de la date de maintenance préventive.

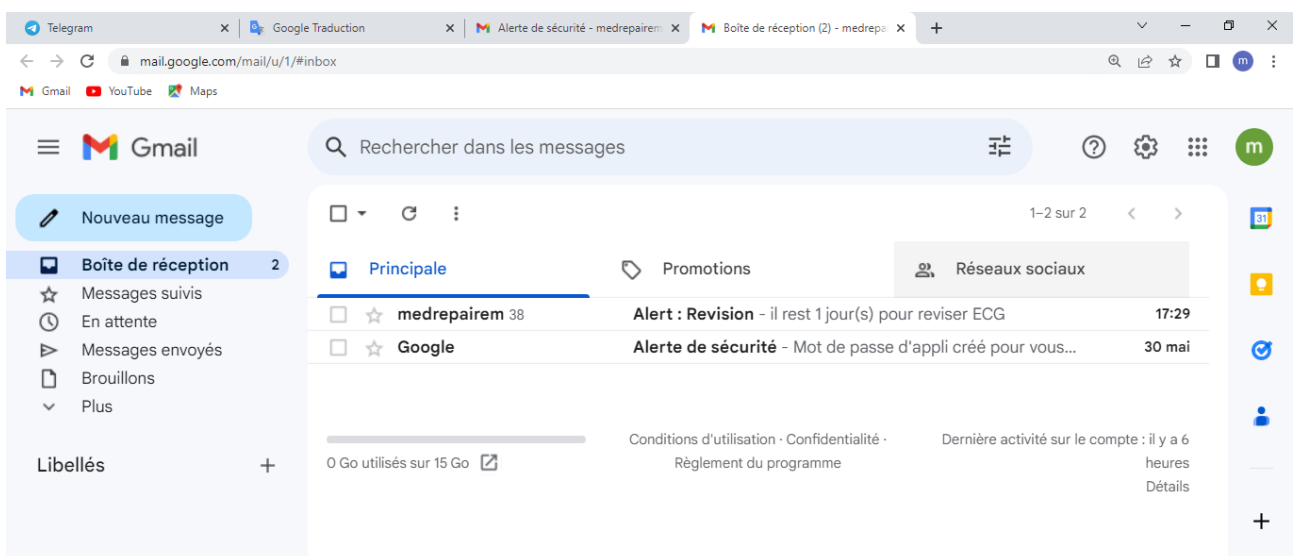


Figure 3.15 : Figure montre comment fonctionne la fonction de pré-notification de la fonction de maintenance préventive.

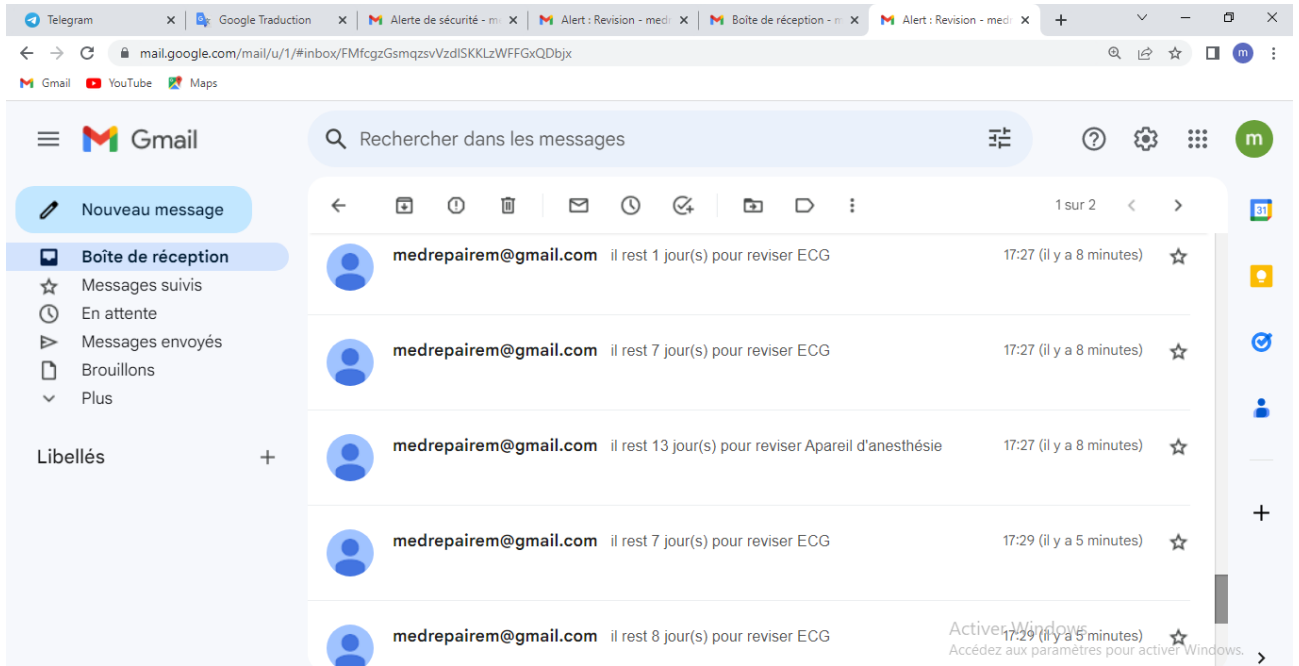


Figure 3.16 : Figure montre comment fonctionne la fonction de pré-notification de la fonction de maintenance préventive.

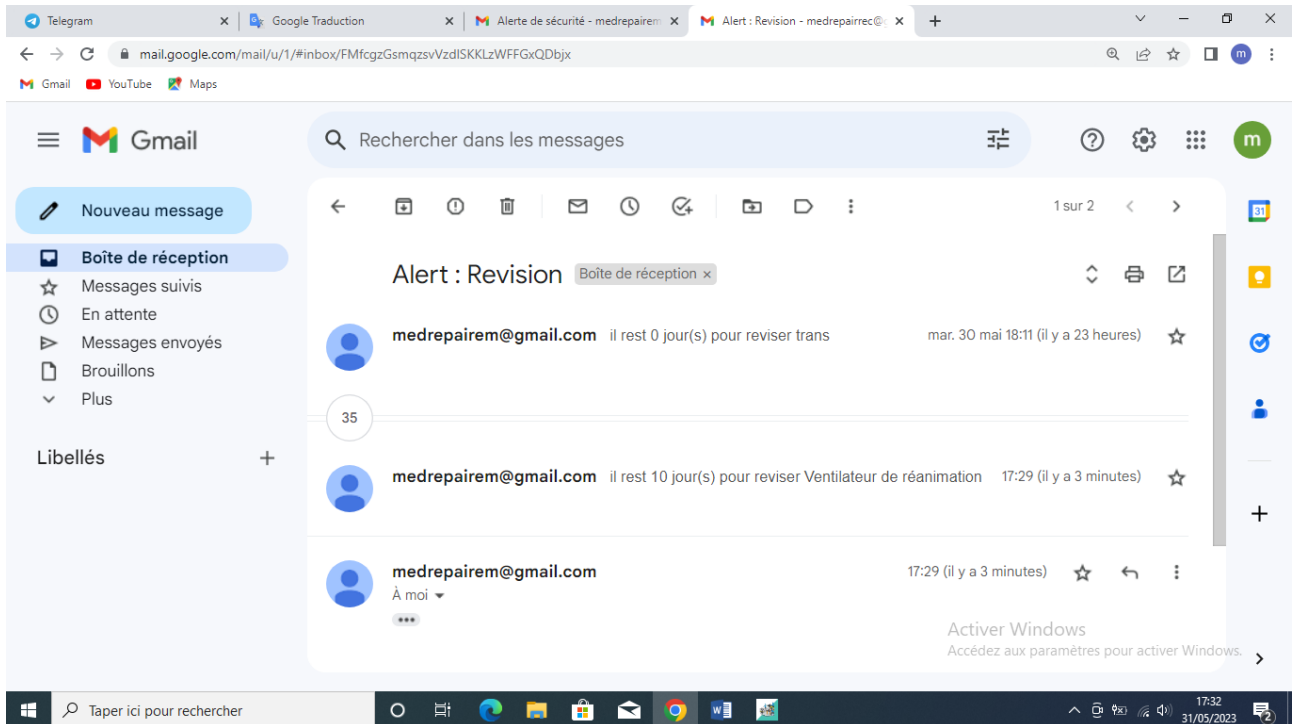


Figure 3.17 : Figure montre comment fonctionne la fonction de pré-notification de la fonction de maintenance préventive.

III.3.5. Fonctionnalités et améliorations pouvant être ajoutées au système:

Ce que nous avons présenté dans cette mémoire n'est qu'un prototype qui peut être amélioré en y ajoutant des améliorations pour une expérience utilisateur plus facile et plus efficace. Nous mentionnons certaines de ces améliorations et les avantages qui peuvent s'y ajouter :

- Envoi d'un message texte (SMS) par téléphone au lieu d'un courriel à l'approche de la date de maintenance préventive.
- Développement l'application pour devenir un site Web ouvert à tous, dans lequel chacun peut s'inscrire et ajouter ses propres appareils. Permettre aux utilisateurs de modifier l'interface du système.
- Expansion dans divers domaines de l'industrie.
- Fournir des solutions de maintenance en ligne.

III.4. Développement système de gestion de maintenance préventive d'instruments médicaux :

1. Définition Langage de développement « Java » :

Un langage de programmation de haut niveau publié pour la première fois par Sun Microsystems en 1995. Il a été développé avec le moins de dépendances d'implémentation possible, est gratuit et fonctionne sur toutes les plateformes. Il est à la fois basé sur les classes et orienté objet. En termes simples, Java est une plate-forme informatique sur laquelle les utilisateurs peuvent développer des applications.

Java est similaire à C++, mais a été simplifié pour éliminer les fonctionnalités du langage qui provoquent des erreurs de programmation courantes. Fichiers de code source, Les fichiers avec l'extension .java sont compilés dans un format connu sous le nom de byte code ; Fichiers avec l'extension. class. Cela peut ensuite être fait par l'interpréteur Java. Le byte code peut être directement converti en instructions en langage machine par un compilateur juste-à-temps.

2. Pourquoi exploiter Java ?

Des dizaines de millions de développeurs utilisent et travaillent sur le langage de programmation Java. EN a montré Pourquoi les développeurs exploiter le Java comme première langage de programmation.

- Java est facile à écrire et à exécuter c'est la raison pour laquelle de nombreux développeurs l'utilisent.
- Créer des applications complète qui peuvent s'exécuter sur un seul ordinateur.
- Possibilité de distribuer sur les serveurs et les clients d'un réseau.
- Permet de créer facilement des applications mobiles.
- Exécuter sur des applications de bureau qui utilisent différents systèmes d'exploitation tel que linux ou Windows.
- Possible de trouver des bibliothèques qui font presque tout.
- Permet de connecter aux bases de données à l'aide de JDC (Java Data base Connectivity).

3. Découvrir notions et technique de base :

La plateforme java utilise quelques notions de base lors de sa mise en œuvre :

- La compilation du code source dans un langage indépendant de la plateforme d'exécution.
- L'exécution du byte code par une machine virtuelle JVM.
- La notion de package qui permet d'organiser les classes.
- Le classpath qui permet de préciser au compilateur et à la JVM où elle peut trouver les classes requises par l'application.
- Le packaging des classes compilées dans une archive de déploiement nommée jar (java archive).

4. Étapes de réalisation de programme :

A. Télécharger et installer JDK (Java développement Kit)

- Le kit de développement java (JDK) est un environnement de développement utilisé pour développer des applications et des applets Java.

B. Télécharger et installer NetBeans :

NetBeans est une application utilisée pour développer des pages web ou des applications mobiles. Il est principalement utilisé dans le développement Java mais prend également en charge les langages PHP, C, C++, et JavaScript. L'application contient de nombreuses fonctionnalités.

- Éditeur graphique de l'interface.
- Analyseurs de code.
- Gestion de base de données.
- Fournit des modèles de code et des astuces.

III.5. Conclusion :

Le système MDM aide à organiser la maintenance préventive des médicaux et à faciliter le travail des ingénieurs et des techniciens pour le travail le plus prêt et le plus précis des dispositifs médicaux, ce qui est très important et dans un domaine très sensible lié à la vie humaine.

Chacune des trois parties du système joue un rôle important dans la valeur ajoutée apportée par le système.

La partie équipement permet d'enregistrer tous les dispositifs médicaux à l'intérieur des établissements hospitaliers en enregistrant toutes les informations techniques de chaque dispositif séparément. Cette partie permet de saisir et de numériser un très grand nombre des dispositifs et de donner accès aux informations de n'importe quel dispositif en appuyant simplement sur un bouton.

Dans la deuxième partie, qui est la partie intervention, des informations sur l'intervention des ingénieurs et des techniciens de maintenance sont enregistrées pour le dispositif désigné. Les informations saisies dans cette rubrique permettent de connaître la personne qui a effectué la dernière maintenance de dispositif, ainsi que de mettre à jour les informations techniques de dispositif et de connaître les détails de l'intervention.

La troisième partie, la partie révision, est considérée comme la partie centrale et de base de l'application, dans laquelle les dispositifs sont surveillés et leur besoin de maintenance préventive. Chaque dispositif dispose d'un compteur dans lequel le nombre de jours est entré, à la fin duquel il est nécessaire de réviser la maintenance de dispositif.

Le système MDM est un outil très efficace et utile pour la maintenance préventive et la surveillance de divers dispositifs.

Conclusion générale

Le domaine de l'informatique et de la programmation contribue à la numérisation de nombreux processus différents de la vie humaine. Dans cette recherche, nous avons utilisé la programmation pour concevoir un système qui contribue à la maintenance préventive des dispositifs médicaux.

Étant donné que les installations hospitalières regorgent toujours de divers dispositifs médicaux d'utilisations différentes et qui nécessitent toujours une maintenance, nous avons conçu un système MDM, considéré comme un outil auxiliaire de maintenance préventive des dispositifs médicaux.

Les prix élevés des dispositifs médicaux et leur utilisation intensive créent de nombreux problèmes pour les gestionnaires d'établissements médicaux, les médecins et les patients. Ainsi que le coût élevé de la maintenance et les difficultés et complications de sa réalisation dans un environnement médical qui a besoin de flexibilité et de rapidité d'achèvement. Le système MDM, grâce à sa dépendance à la maintenance préventive, aide à maintenir les dispositifs médicaux ainsi que la précision et la durée de leur utilisation.

Le système MDM contribue à réduire les coûts globaux des installations hospitalières, ainsi qu'à la disponibilité des dispositifs médicaux en accélérant le processus de maintenance grâce à la maintenance préventive. Cela réduit également les coûts de maintenance et facilite le processus de réalisation et d'organisation de celui-ci et le rend plus efficace, plus rapide et plus facile. Ce qui profite aux travailleurs de maintenance des ingénieurs et des techniciens.

Références

- [1] Biomedical instrumentation and design. O'Donnell, M. 1-12, Winter, 2002.
- [2] microcomputer-based neuromuscular blockade monitor. IEEE Transactions on Biomedical Engineering. Fiore, M. D., Atlee, J. L., Webster, J. G., & Tompkins, W. J. (1981). A
- [3] Maintenance conditionnelle, mesures et analyses des vibrations, Jean Loïs Feron Edition de l'IUT de Saint Nazaire 1993.
- [4] La gestion de la fonction maintenance, Djameleddine Feliachi, INES de Biskra. Edition 1988.
- [5] Maintenance: Méthodes et organisations Ed. 3. Dunod. Monchy, F. (2010).
- [6] Association française des ingénieurs et responsables de maintenance.
<http://www.afim.asso.fr/> .
- [7] Medical Devices Market. *Precedence Research Report*, Mai 2023.
- [8] Medical instrumentation in the developing world. Engineering World Health (EWH). Malkin, R. (2006).
- [9] Global Medical Equipment Maintenance Market. Rapport de Data Bridge. Société d'études des marchés et de conseil. Mars 2023.
- [10] Biomedical device technology: principles and design. Charles C Thomas Publisher. Chan, A. Y. (2023).
- [11] Medical instrumentation: application and design. John Wiley & Sons. Webster, J. G. (Ed.). (2009).
- [12] Challenges and solutions to advancing health equity with medical devices. Nature Biotechnology, 1-3. Kadakia, K. T., Rathi, V. K., Ramachandran, R., Johnston, J. L., Ross, J. S., & Dhruva, S. S. (2023).
- [13] Medical devices: regulations, standards and practices. Woodhead Publishing. Ramakrishna, S., Tian, L., Wang, C., Liao, S., & Teo, W. E. (2015).
- [14] Regulatory requirements and optimization of multiple criteria decision analysis to quantify the benefit-risk assessment of medical devices. Expert Review of Medical Devices, 1-9. Su, G., & Deng, D. (2023).
- [15] Guide de la maintenance, Daniel Boitel et Claude Hazard, Edition Nathan 1990.
- [16] Vers le zero panne avec la maintenance conditionnelle. Association française de normalisation. Boulenger, A., & Association française de normalisation. (1988).
- [17] Pratique de la maintenance préventive-4e éd. Dunod. Héng, J. (2023). ET. Maintenance industrielle: de l'entretien de base à l'optimisation de la sûreté. Ellipses. Auberville, J. M. (2004).

Abstract :

The development of medical devices, the complexity of their manufacture, as well as the complexity of their maintenance have created many problems in the field of Medicine, which is considered a very sensitive field. In this work, with the help of programming, we designed software that contributes to the maintenance of medical devices by managing preventive maintenance. The software helps to maintain medical devices and monitor their technical condition, as well as helps to facilitate and organize the maintenance process and make it more effective.

Key words: Preventive maintenance. Maintenance. Corrective maintenance. Medical devices. Software. Système. Medical instrumentation.

Résumé :

Le développement des dispositifs médicaux, la complexité de leur fabrication, ainsi que la complexité de leur maintenance ont créé de nombreux problèmes dans le domaine de la médecine, considéré comme un domaine très sensible. Dans ce travail, à l'aide de la programmation, nous avons conçu un système qui contribue à la maintenance des dispositifs médicaux en gérant la maintenance préventive. Le système aide à entretenir les dispositifs médicaux et à surveiller leur état technique, ainsi qu'à faciliter et organiser le processus de maintenance et à le rendre plus efficace.

Mots clés : Maintenance préventive. Maintenance. Maintenance corrective. Dispositifs médicaux. Logiciel. Système. Instrumentation médicale.

ملخص:

ان تطور الأجهزة الطبية وتعقيد صناعتها وكذلك تعقيد عملية صيانتها خلق العديد من المشاكل في ميدان الطب الذي يعتبر ميدان حساس جدا. قمنا في هذا العمل وبالإستعانة بالبرمجة بتصميم برمجية تساهم في المساع دة بإجراء عمليات الصيانة للأجهزة الطبية وذلك عن طريق إدارة الصيانة الوقائية. تساعد البرمجية بالحفاظ على الأجهزة الطبية ومراقبة حالتها التقنية كما تساعد في تسهيل وتنظيم عملية الصيانة وجعلها أكثر فعالية.

الكلمات المفتاحية: الصيانة الوقائية. الصيانة. الصيانة التصحيحية. الأجهزة الطبية. برمجية. نظام. الأدوات الطبية.